

PCT/JP 03/11883

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

18.09.03

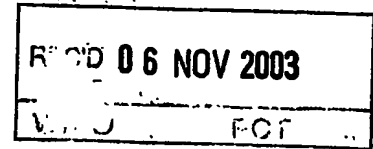
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年 9月20日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-276002
[ST. 10/C]: [JP2002-276002]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社ニコン
独立行政法人物質・材料研究機構

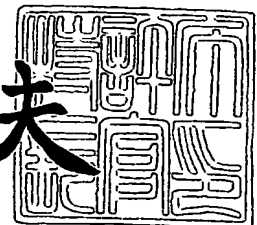


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 0201023

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/35

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

【氏名】 原田 昌樹

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市千現一丁目2番1号 独立行政法人物質
・材料研究機構内

【氏名】 栗村 直

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【特許出願人】

【識別番号】 301023238

【氏名又は名称】 独立行政法人物質・材料研究機構

【代理人】

【識別番号】 100094846

【弁理士】

【氏名又は名称】 細江利昭

【電話番号】 (045)411-5641

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049892

【納付金額】 16,800円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9717872

【その他】 国等以外のすべての者の持分の割合 80/100

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信用波長変換装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長多重を利用した光通信システムに用いられる波長変換装置であって、2次の非線形効果を持つ擬似位相整合水晶と、信号光と制御光とを混合して前記擬似位相整合水晶に入力する光結合装置と有することを特徴とする光通信用波長変換装置。

【請求項2】 請求項1に記載の光通信用波長変換装置であって、前記擬似位相整合水晶からの出力光を増幅するファイバアンプを有することを特徴とする光通信用波長変換装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の光通信用波長変換装置であって、前記擬似位相整合水晶の出射側に、光変換されずに残留する前記信号光と前記制御光をカットする光学フィルタを有することを特徴とする光通信用波長変換装置。

【請求項4】 請求項1から請求項3のうちいずれか1項に記載の光通信用波長変換装置であって、前記擬似位相整合水晶の前後に、ファイバコリメータを有することを特徴とする光通信用波長変換装置。

【請求項5】 請求項1から請求項4のうちいずれか1項に記載の光通信用波長変換装置であって、前記擬似位相整合水晶に入力される光の偏光方向を制御する手段を有することを特徴とする光通信用波長変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長多重を利用した光通信システムにおいて用いられる光波長変換装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光通信分野では、増加する通信容量に対応するために、信号を複数の波長に載せて多重化する高密度波長多重通信（DWDM）が一般に行われている。これら

の分野においては、ネットワークの各ノードでの限りある波長リソースを有効に活用するために、将来、ノード間で光波長変換を行うことが不可欠になってくる。また、波長多重通信は、従来Cバンドのみで行われてきたが、通信容量の増大により、それ以外の波長帯域を利用することが見込まれている。そのためネットワークの各ノード間でのバンド間波長変換の必要性が出てきている。

【0003】

従来の波長変換技術においては、光信号を一旦電気信号に変換した後に波長変換を行い、その後再び光信号に戻すことを行っている。しかしながら、この方法には、変換速度が遅く、かつ波長ごとに変換デバイスが必要であるという問題点があり、集積性やコストの面で不利である。

【0004】

これに対し近年、光から光へと直接波長変換できる光デバイスの研究が盛んである。この方法は、光の位相情報を失わずに変換できることや、電気信号を介して波長変換を行うシステムに比べて、非常に高速な変換が可能で簡便なシステムを構成できるという点で非常に大きなメリットを有している。

【0005】

現在、光直接変換の方法は複数提案されている。まず、化合物半導体アンプによる相互利得変調を用いた波長変換方法が考えられている。しかし、この方法では、波長変換帯域が半導体の利得範囲内のCバンド内部に限られており、バンド間波長変換ができないという問題がある。

【0006】

また、光ファイバ中の非縮退四波光混合を用いた方法も提案されている。この方法によれば、利得媒質の3次非線形性を利用し、非縮退四波光混合により光通信波長帯での波長変換が可能である。しかしながら、この方法では、変換効率を向上させるため数十～数百メートルの光ファイバが必要である。このような長いファイバ中では、場所ごとに位相整合条件が異なる可能性が大きくなり、波長安定性という点で問題がある。また、変換可能な波長幅はファイバの長さに反比例するため、変換帯域が限られるという問題点もある。

【0007】

さらに、擬似位相整合非線形光学素子を用いた方法が提案されている。擬似位相整合非線形光学素子による波長変換の利点は、広い波長帯域において無雑音で多波長一括の波長変換が可能なことである。そのため、現時点においては、擬似位相整合非線形光学素子による光直接波長変換が、高密度波長多重通信 (DWD M) における最も有力な方法と考えられている。

【0008】

以下、擬似位相整合非線形光学素子について説明する。中心対称性のない2次の非線形光学媒体にレーザ光を入射することより第二次光高調波発生 (second harmonic generation :SHG)、和周波発生 (sum frequency generation :SFG)、差周波発生 (difference frequency generation :DFG) など周波数の異なった光を発生させることができる。

【0009】

ただし、実用に耐えうるような高効率の波長変換を可能にするには、各波長の位相がある整合条件を満たしていることが必要である。整合条件を満足させる方法として、結晶の複屈折を利用するものと、結晶の非線形定数の符号を周期的に反転させるものがある。後者を擬似位相整合 (QPM: Quasi-Phase Matching) と呼ぶ。

【0010】

ところで、差周波発生は、周波数 ω_1 、周波数 ω_2 の光を入射して、周波数 $\omega_3 (= \omega_1 - \omega_2)$ の差周波に変換するものである。非線形媒質が周期 Λ の非線形定数反転構造を持つ場合においては、次式

$$\beta_1 - \beta_2 - \beta_3 - 2\pi m / \Lambda = 0$$

で定められる擬似位相整合条件を満たす必要がある。ここで m は奇整数、 β_1 、 β_2 は、それぞれ周波数 ω_1 及び ω_2 の光の非線形媒質中での伝播定数、 β_3 は周波数 ω_3 の光の非線形媒質中での伝播定数である。

【0011】

非線形定数を反転させる方法としては、自発分極を持つ強誘電体物質に高電界印加し、周期的な分極反転を形成させる方法が用いられてきた。そのような物質の代表例として、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3) やタンタル酸リチウム (LiTaO_3)

3) などが知られている。

【0012】

この擬似位相整合非線形光学素子による差周波発生により、光通信における波長変換が可能となる。例えば、C. Q. Xu et. al. "Wavelength conversions 1.5 μm by difference frequency generation in periodically domain inverted LiNbO₃ channel wave guides" Appl. Phys. Lett. Vol.63, (1993) pp. 1170-1172 (非特許文献1) の論文に示されるように、光通信で用いられている波長1.5 μm 近辺での波長変換が行われている。またさらには、バンド間光波長変換に関する研究も盛んである。

【0013】

以下、差周波発生を利用した光通信における波長変換について述べる。波長変換前の光の波長と周波数をそれぞれ λ_{in} 、 ω_{in} とする。波長変換後の光の波長と周波数をそれぞれ λ_{out} 、 ω_{out} とする。また差周波発生に必要なもう一つの光をポンプ光（制御光）と呼び、その波長と周波数をそれぞれ λ_{pump} 、 ω_{pump} とする。 $\omega_{out} = \omega_{pump} - \omega_{in}$ で位相整合条件が成り立つように周期 Λ の分極反転構造を作り込んでおく。

【0014】

例えばニオブ酸リチウムを用いてC-Lバンド変換を行う場合、ポンプ光の波長 λ_{pump} を $\lambda_{pump} = 0.785 \mu\text{m}$ とすると $\lambda_{in} = 1.53 \sim 1.57 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_{out} = 1.57 \sim 1.61 \mu\text{m}$ で周期 Λ は約 $19.5 \mu\text{m}$ となる。差周波発生では図1に示すように横軸を波長、縦軸を光強度とした場合、変換前波長と変換後波長はポンプ光波長を軸として鏡像になる。すなわち、変換前波長が λ_1 、 λ_2 、 \dots 、 λ_N のとき、変換後の波長は、それぞれ λ_1' 、 λ_2' 、 \dots 、 λ_N' となり、変換前波長が λ_1' 、 λ_2' 、 \dots 、 λ_N' のとき、変換後の波長は、それぞれ λ_1 、 λ_2 、 \dots 、 λ_N となる。従って波長変換前の信号同士が変換後に干渉しあうこともなく、無雑音で、多波長一括の波長変換が可能である。

【0015】

【非特許文献1】 Appl. Phys. Lett. Vol.63, (1993)

【非特許文献2】 栗村直、応用物理学会誌2000年5月号

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、強誘電体結晶による擬似位相整合非線形光学素子には以下のような問題点がある。すなわち、ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムでは、フォトリフラクティブ効果（光損傷）による屈折率変化が問題となる。これは、結晶育成段階に混入した不純物からキャリアが励起されて拡散し、不均一な分布となる結果、内部電界が生じ、電気光学効果を通じて屈折率変化が生じるものである。このような光誘起屈折率変化は光損傷とも呼ばれ、擬似位相整合デバイスでは位相整合条件からのずれ、したがって変換効率の低下を生じさせるので、性能を制限する重要な要因となる。

【0016】

光損傷を低減する方法として、結晶温度を100℃以上に保つとよいことが知られている。このためにはペルチェ素子などで温度をコントロールする必要があるが、放熱のための装置が必要であり、かつ簡便なシステムが構成できないなど課題が多く、実用的な光デバイスに用いるには適さない方法である。

【0017】

これに対し、MgOドープ結晶やストイキオメトリック（定比化学量論組成）結晶等、比較的光損傷に強いとされる結晶が開発されつつあるが、品質や入手性、コスト、分極反転の困難さなどの点で課題があり、現在のところ実用上の問題を抱えている。

【0018】

また、通常のニオブ酸リチウム等は、高周波電気信号フィルタ用として大量生産されているが、光学用として使用するには、より高品質な結晶（光学グレードの結晶）が必要である。この光学グレードの結晶は少量しか生産されておらず、コスト、入手性等の点に問題がある。

【0019】

また、ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムは、環境温度に対する条件が厳しいことも問題である。環境温度が変わると結晶の屈折率が変化し、その結果前記位相整合条件が成り立たなくなってしまう、波長変換効率が激減してしまう。例えばニオブ酸リチウムでは、数度程度の環境温度変化で位相整合条件からのず

れが起きてしまう。よって、環境温度が変化しても、結晶の温度が数度以内に保たれるように温度コントロールする必要があり、システムの構成が複雑となってしまう。

【0020】

また、これらの素子は、石英系光ファイバとの結合性にも問題を有する。現在、光通信においては光を導波させる媒体として石英系光ファイバが広く用いられている。また、前記ニオブ酸リチウムなどの分極反転素子においては、強い光閉じ込めによる波長変換効率増大を目的として、プロトン交換法などによる光導波路構造が作製され用いられる。この場合、光導波路のモード直径は約 $4\ \mu\text{m}$ であり、それに対して石英系ファイバのモード直径は約 $10\ \mu\text{m}$ 程度である。このため両光モードを完全に一致させることは不可能で、光導波路と光ファイバを結合させる際に、約 2 dB の結合損失が必ず生じてしまう。

【0021】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、光損傷の問題が少なく、かつ広い範囲の温度で使用することができ、石英系光ファイバとの結合性も良い光通信用波長変換装置を提供することを課題とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するための第1の手段は、波長多重を利用した光通信システムに用いられる波長変換装置であって、2次の非線形効果を持つ擬似位相整合水晶と、信号光と制御光とを混合して前記擬似位相整合水晶に入力する光結合装置と有することを特徴とする光通信用波長変換装置（請求項1）である。

【0023】

本手段においては、信号光と制御光（ポンプ光）が混合されて擬似位相整合水晶に入り、ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムを波長変換素子として用いた場合と同じ原理により、波長変換された光が擬似位相整合水晶から出力される。

【0024】

本手段においては、波長変換用素子として、非線形効果を持つ擬似位相整合水晶を使用する。擬似位相整合水晶は既に公知のものであり、非特許文献2（栗村

直、応用物理学会誌2000年5月号)には、常誘電体である水晶(SiO_2)の α - β 相転移温度付近で応力を印加することにより周期的な双晶構造を作り込み、自発分極の周期的な反転構造を実現させるという、従来とはまったく別な製造方法が記載されている。これは、水晶のドフィーネ双晶を利用し、非線形光学定数 d_{11} の符号を周期的に反転させることにより水晶による擬似位相整合結晶を作製する方法である。

【0025】

ポンプ光の波長 λ_{pump} を $\lambda_{\text{pump}}=0.785\mu\text{m}$ とすると $\lambda_{\text{in}}=1.53\sim 1.57\mu\text{m}$ 、 $\lambda_{\text{out}}=1.57\sim 1.61\mu\text{m}$ のC-Lバンド間波長変換を行う場合の水晶双晶構造の周期は約 $70\mu\text{m}$ である。

【0026】

水晶は化学的、機械的に安定な結晶であり、かつ水熱合成法による大量生産が可能となっており、入手がし易くコストが低い結晶である。さらに、光学用途、例えば波長板や光学ローパスフィルタなどに広く使われており、品質の高いものが大量生産されている。また強いレーザ光入射に対しても、損傷しきい値が光学結晶の中で非常に高い(約 $400\text{GW}/\text{cm}^2$)。さらに潮解性がなく、長期に渡って用いることができる結晶である。

【0027】

加えて、前記ニオブ酸リチウムなどの強誘電体結晶にあるフォトリフレクティブ効果による光損傷が、水晶にはない。従って、従来の擬似位相整合ができる結晶の問題点である、屈折率変化による変換効率の低下や位相整合波長のずれなどが克服できる。

【0028】

また、水晶は、非特許文献2に記載されているように、使用温度条件の許容幅が非常に広いという特色がある。例えば、C-Lバンド間波長変換では、長さ1cmの素子で 187°C であり、従来のニオブ酸リチウムの約 12°C に比べてはるかに広い。このため、変化する環境温度に対して温度を一定に保つような温度調整機構が全く不要となり、光通信用デバイスとしては非常に実用的なシステムを構成することができる。

【0029】

さらに、石英と水晶の屈折率は非常に近く、そのため擬似位相整合水晶を導波路化した場合、石英系光導波路と同様のモード直径になることが予想される。現在の石英系光導波路と石英系光ファイバとの結合効率は、0.5 dB程度であり、擬似位相整合水晶を光導波路化した場合でも同様の結合効率となる。

【0030】

以上のように、本手段においては、擬似位相整合水晶を波長変換素子として使用しているので、従来のニオブ酸リチウムの欠点を克服した光通信用波長変換装置とすることができる。

【0031】

前記課題を解決するための第2の手段は、前記第1の手段であって、前記擬似位相整合水晶からの出力光を増幅するファイバアンプを有することを特徴とするもの（請求項2）である。

【0032】

水晶の非線形定数 d は、 $d_{11} = 0.3 \text{ pm/V}$ であり、ニオブ酸リチウムの非線形定数 $d_{33} = 27 \text{ pm/V}$ に比べて小さい。さらに、波長変換効率は非線形定数の自乗に比例する。従って、同じ結晶長の場合、擬似位相整合ニオブ酸リチウムに比べて、39 dBほど変換効率が低くなる。本手段においては、擬似位相整合水晶からの出力光を増幅するファイバアンプを有するので、この変換効率の低さを補うことができる。ファイバアンプは、利得が30～40 dBほどあり、広く光通信に用いられているデバイスであって、低ノイズの増幅が可能なものである。ファイバアンプは1段ではなく2段構成としてもよい。

【0033】

前記課題を解決するための第3の手段は、前記第1の手段又は第2の手段であって、前記擬似位相整合水晶の出射側に、光変換されずに残留する前記信号光と前記制御光をカットする光学フィルタを有することを特徴とするもの（請求項3）である。

【0034】

波長変換素子での波長変換効率は100%ではないので、出力される光には、未

変換の信号光と制御光が含まれる。本手段においては、光学フィルタによりこれらの未変換の信号光と制御光をカットできる。

【0035】

前記課題を解決するための第4の手段は、前記第1の手段から第3の手段のいずれかであって、前記擬似位相整合水晶の前後に、ファイバコリメータを有することを特徴とするもの（請求項4）である。

【0036】

擬似位相整合水晶には、その前後に光導波路が形成されたものがあり、このようなものについては、光ファイバからの光は、V溝によりモードマッチングされる。しかし、このような光導波路が形成されていない擬似位相整合水晶を使用する場合には、擬似位相整合水晶中で光が拡散すると、変換効率が低下する。本手段においては、擬似位相整合水晶の前後に、ファイバコリメータを設けることにより、擬似位相整合水晶に入力する光を平行光として波長変換を行わせ、擬似位相整合水晶から発生する光を、光ファイバ中に集光させて光ファイバで受光する。このようにして、擬似位相整合水晶中で光が拡散することを防止し、高い変換効率で波長変換を行うことができる。

【0037】

前記課題を解決するための第5の手段は、前記第1の手段から第4の手段のいずれかであって、前記擬似位相整合水晶に入力される光の偏光方向を制御する手段を有することを特徴とするもの（請求項5）である。

【0038】

擬似位相整合水晶においては d_{11} という非線形定数を用いるため、偏光依存性が生じる。一方、光ファイバ中の信号光は一般にランダムな楕円偏光となっている。そのため擬似位相整合水晶に入射するときの偏光状態によって波長変換効率が変わってしまうという問題が生じる。

【0039】

本手段においては、擬似位相整合水晶に入力される光の偏光方向を制御する手段を有するので、この制御手段により、光の偏光方向を擬似位相整合水晶の波長変換に好ましい方向とし、波長変換効率を上げることができる。

【0040】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の例を、図を用いて説明する。

【第1の実施の形態】

図2は、本発明の第1の実施形態であるWDM用波長変換器を示す概略構成図である。図2において擬似位相整合水晶1には、光導波路構造が作製されており、その前後にはV溝1aが形成されている。以下、C-Lバンド波長変換を行う場合を例として説明する。この場合、制御光の波長 λ_{pump} を $\lambda_{\text{pump}}=0.785\mu\text{m}$ とすると信号光 $\lambda_{\text{in}}=1.53\sim 1.57\mu\text{m}$ 、出力光 $\lambda_{\text{out}}=1.57\sim 1.61\mu\text{m}$ となる。また、信号光と出力光の波長帯域はこの逆でもよい。

【0041】

図2において、シングルモード光ファイバにて導波された信号光は、WDM結合器2によりレーザダイオード3から出射される制御光と合波される。WDM結合器の一端の光ファイバ4は、擬似位相整合水晶1の光導波路とV溝1aによりモードマッチされている。この場合の結合損失は、前記のように0.5dBと推測される。

【0042】

信号光と制御光の差周波発生により生じた出力光は、V溝1aにより再び擬似位相整合水晶1から光ファイバ5へと導波される。その光ファイバ5の他端にはファイバコリメータ6が設けられており、光ファイバ5からの光は、平行光に変換されて光学フィルタ7に入射される。この光学フィルタ7の役割は、波長変換されずに残った信号光と制御光をカットし、出力光のみを透過させることである。出力光はファイバコリメータ8により集光されて光ファイバ9に入力される。

【0043】

光ファイバ9はファイバアンプ10につながっている。前述のように、波長変換素子として擬似位相整合水晶を使用した場合、非線形定数が小さいことに起因して、ニオブ酸リチウムに比して波長変換効率が低くなる。これを補償するために、本実施の形態においては、ファイバアンプ10を設けている。波長変換された光は、ファイバアンプ10で光増幅され、出力光として出力される。

【0044】

[第2の実施の形態]

図3は、本発明の第2の実施形態であるWDM用波長変換器を示す概略構成図である。第1の実施の形態と同様に、C-Lバンド波長変換を行う場合を例として説明する。図3において、図2に示された構成要素と同じ構成要素には、同じ符号を付してその説明を省略することがある。

【0045】

この実施の形態の基本的な動作は、第1の実施の形態と異なるところはない。ただし、図3において擬似位相整合水晶1には、光導波路構造が形成されていない。したがって、本実施例においては、ファイバコリメータ11により、信号光と制御光を平行光として擬似位相整合水晶1に入射させて差周波発生を行い、その結果発生した出力光を、ファイバコリメータ12で光ファイバ6中に集光させる。その他の構成は、図2に示した第1の実施の形態と同じである。

【0046】

[第3の実施の形態]

以下、本発明第3の実施の形態について説明する。この実施の形態においては、光通信用波長変換装置本体部は、図2、図3に示したものと同じであるが、その前に、擬似位相整合水晶1に入力される信号光の偏光方向を制御する手段を有することが異なっている。

【0047】

擬似位相整合水晶1においては d_{11} という非線形定数を用いるため、偏光依存性が生じる。一方、光ファイバ中の信号光は一般にランダムな楕円偏光となっている。そのため擬似位相整合水晶に入射するときの偏光状態によって変換効率が変わってしまうという問題が生じる。

【0048】

本実施の形態においては、信号光を直線偏光に変換する機構を設けてこの問題を解決する。一般に4分の1波長板、2分の1波長板を組み合わせ回転させると、楕円偏光を任意の偏光方向を持った直線偏光に変換することができる。本実施の形態においては、信号光がWDM結合器に入射する前にこのような機構を光路

中に挿入することにより、波長変換効率の偏光無依存化を実現することができる。

【0049】

また、文献C. Q. Xu, H. Okayama and T. Kamijoh: Opt. Rev. 4, (1997) pp. 546に記載されているように、偏光ビームスプリッタと波長板を組み合わせた偏光無依存化方法を用いてもよい。あるいは、特許開平10-68976号公報に記載されているように、光デバイスに波長板を埋め込むことによる偏光無依存化方法を用いてもよい。

【0050】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、光損傷の問題が少なく、かつ広い範囲の温度で使用することができ、石英系光ファイバとの結合性も良い光通信用波長変換装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

擬似位相整合波長変換素子による差周波発生を説明する図である。

【図2】

本発明の第1の実施の形態であるWDM用波長変換器を示す概略構成図である。

【図3】

本発明の第2の実施の形態であるWDM用波長変換器を示す概略構成図である。

【符号の説明】

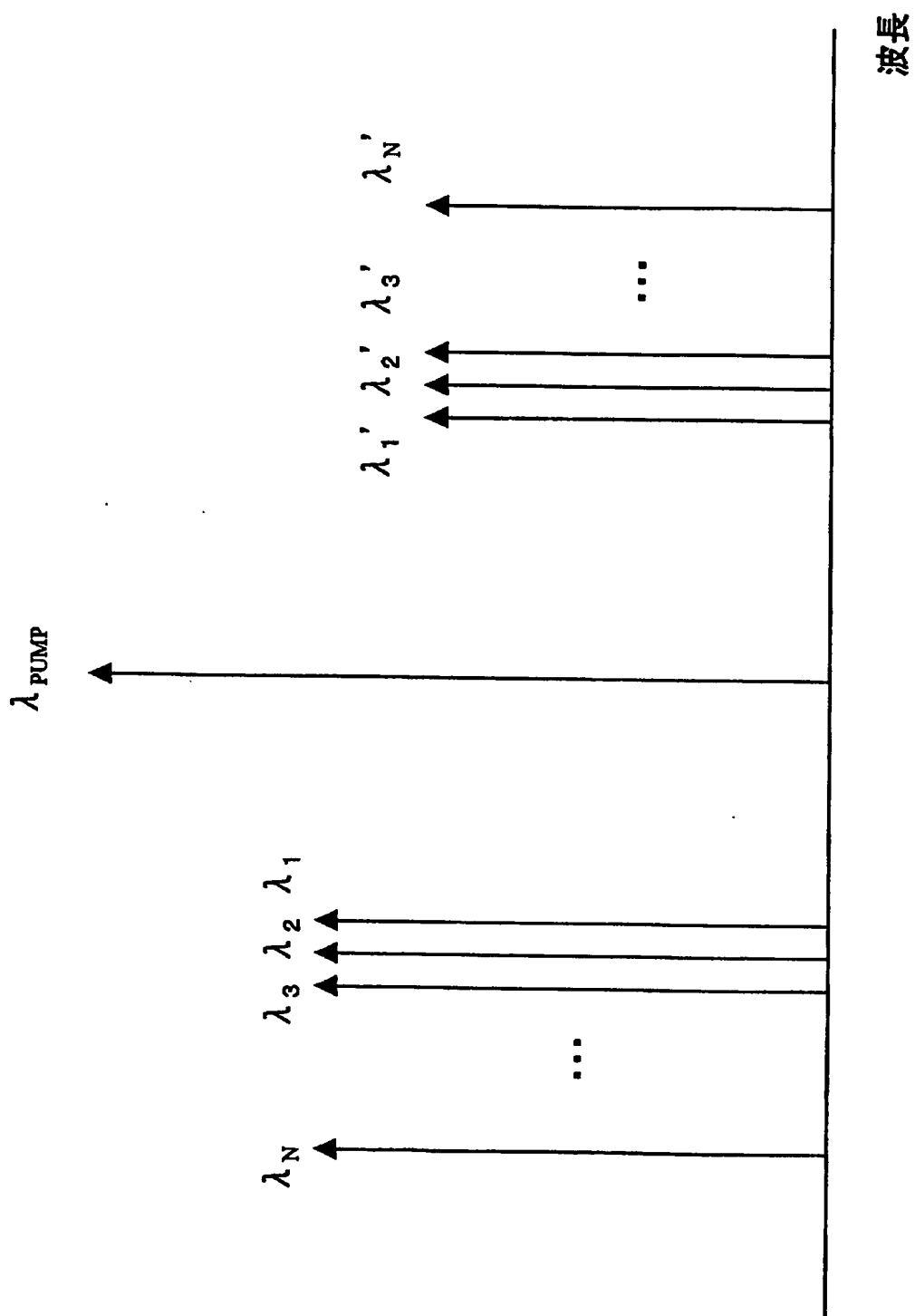
- 1：擬似位相整合水晶
- 1a：V溝
- 2：WDM結合器
- 3：レーザダイオード
- 4：光ファイバ
- 5：光ファイバ

- 6：ファイバコリメータ
- 7：光学フィルタ
- 8：ファイバコリメータ
- 9：光ファイバ
- 10：ファイバアンプ
- 11：ファイバコリメータ
- 12：ファイバコリメータ

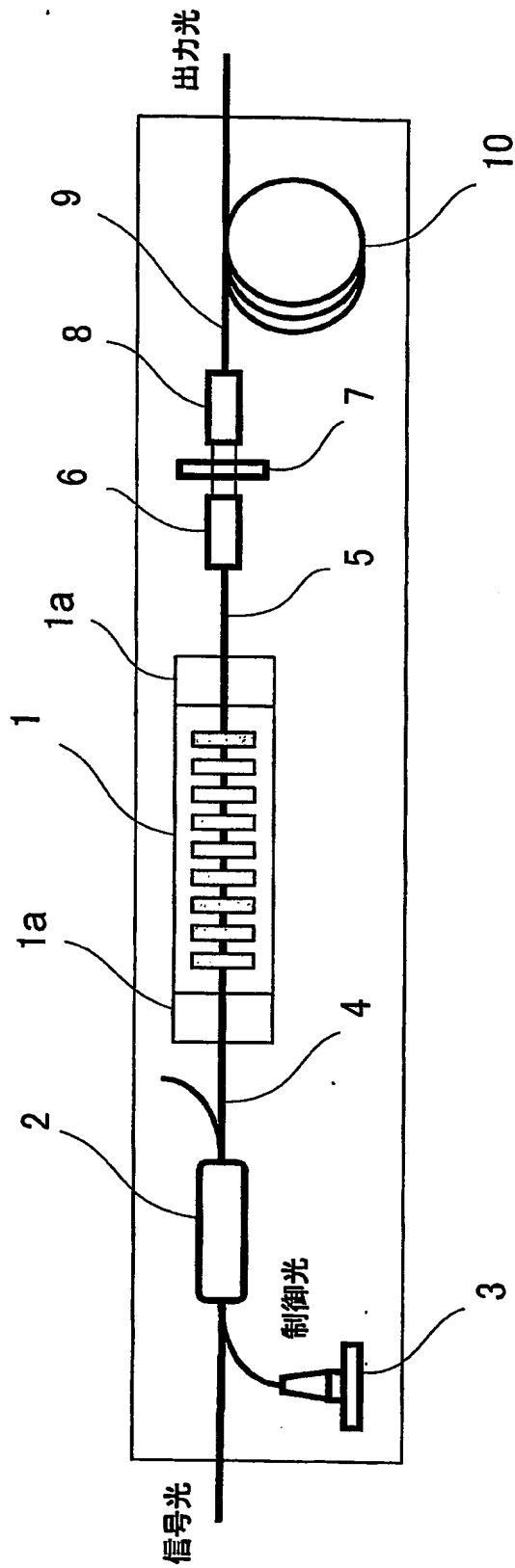
【書類名】

図面

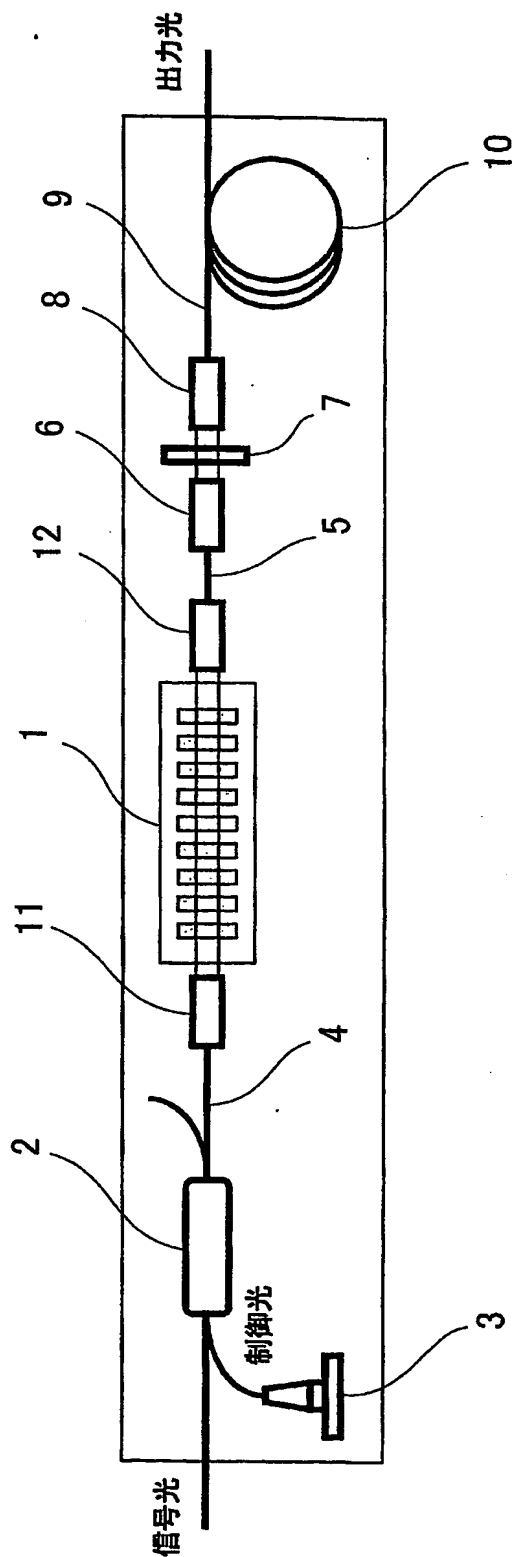
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光損傷の問題が少なく、かつ広い範囲の温度で使用することができ、石英系光ファイバとの結合性も良い光通信用波長変換装置を提供する。

【解決手段】 信号光は、WDM結合器2によりレーザダイオード3から出射される制御光と合波される。WDM結合器の一端の光ファイバ4は、擬似位相整合水晶1の光導波路とV溝1aによりモードマッチされている。信号光と制御光の差周波発生により生じた出力光は、V溝1aにより再び擬似位相整合水晶1から光ファイバ5へと導波される。そして、光学フィルタ7に入射し、信号光と制御光がカットされる。光ファイバ9はファイバアンプ10につながっている。波長変換素子として擬似位相整合水晶を使用した場合、非線形定数が小さいことに起因して、ニオブ酸リチウムに比して波長変換効率が低くなる。これを補償するために、ファイバアンプ10を設けている。

【選択図】 図2

職権訂正履歴 (職権訂正)

特許出願の番号	特願2002-276002
受付番号	50201416107
書類名	特許願
担当官	野本 治男 2427
作成日	平成14年 9月27日

<訂正内容1>

訂正ドキュメント

書誌

訂正原因

職権による訂正

訂正メモ

【その他】 の表記に誤りがあるため、訂正しました。

訂正前内容

【その他】 本件出願に係る特許を受ける権利の、国以外の者の持分は80%である。

訂正後内容

【その他】 国等以外のすべての者の持分の割合80/100

次頁無

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-276002
受付番号	50201416107
書類名	特許願
担当官	野本 治男 2427
作成日	平成14年11月19日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 9月20日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 7 6 0 0 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 1 1 2]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

氏 名

株式会社ニコン

特願 2002-276002

出願人履歴情報

識別番号

[301023238]

1. 変更年月日

2001年 4月 2日

[変更理由]

新規登録

住 所

茨城県つくば市千現一丁目2番1号

氏 名

独立行政法人物質・材料研究機構

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.